L'ŒIL COMPOSÉ

CONSIDÉRÉ COMME

ORGANE DE L'ORIENTATION CHEZ LA FOURMI

PAR

le Dr F. SANTSCHI (Kairouan, Tunisie).

En présence du phénomène de l'*orientation virtuelle* chez la Fourmi, autrement dit de la conservation de l'orientation après déplacement de l'insecte ([1]), deux façons d'en expliquer le mécanisme se font opposition.

D'un côté, le phénomène paraît dépendre de renseignements visuels d'un genre spécial, dont l'œil composé est l'unique organe.

D'un autre côté, c'est la négation de tous renseignements extérieurs et l'hypothèse d'un sens interne pur.

Dans un récent travail ([2]), j'ai déjà exposé ce qui milite en

---

([1]) Je rappelle succinctement ce que l'on entend par *conservation de l'orientation.*

Pierron a montré en 1904 que le retour au nid de certaines Fourmis se faisait en ligne presque droite, indépendamment de traces odorantes, et que si l'insecte était transporté à son insu sur un autre point, il continuait sa marche dans la même direction, en conservant le même angle de route. Or, je distingue dans ce phénomène deux cas :

1° Celui que je nomme *orientation réelle*, dans lequel la Fourmi non déplacée conserve l'orientation qui la ramène exactement au nid;

2° L'*orientation virtuelle*, dans lequel, malgré le déplacement de l'insecte, l'orientation est conservée en puissance, mais ne ramène pas l'insecte dans la direction du nid.

([2]) F. Santschi, Comment s'orientent les Fourmis. (*Rev. suisse de Zool.*, 1913, vol. XXI, n° 12, pp. 347-426.)

faveur de la première interprétation, celle que j'appellerais volontier « théorie de l'œil-boussole », théorie assez déformée par les auteurs qui l'ont relatée, pour qu'il soit nécessaire de la développer ici en la complétant.

Pour ce faire, il me faut rappeler tout d'abord ce qu'est l'hypothèse adverse et quelles sont les raisons pour lesquelles je ne m'y range point.

Procédant par élimination, celle-ci raisonne comme suit :

1° Dans le phénomène de l'orientation virtuelle, les renseignements olfactifs et topochimiques sont éliminés, parce que, l'insecte étant déplacé, il ne peut bénéficier de tels repères.

Ici je suis pleinement d'accord, éliminons donc le sens des antennes dans l'*orientation virtuelle* proprement dite [1].

2° Les renseignements visuels ne peuvent entrer en cause, car les Fourmis expérimentées ne voient ou ne semblent voir distinctement qu'à 1 centimètre (*Messor*) ou 5 centimètres tout au plus (*Cataglyphis*), souvent beaucoup moins; elles ne peuvent donc utiliser des renseignements de si courte portée dans les expériences où le déplacement est bien plus étendu. On est ainsi conduit à éliminer d'emblée le sens des antennes et celui des yeux, et, comme on ne connaît pas d'autres organes capables d'expliquer le phénomène observé, on en imagine un dont l'hypothétique fonction serait purement interne, agissant indépendamment de repères externes.

Or, c'est dans cette dernière manière de raisonner que commence le désaccord. Ne se pourrait-il pas que l'élimination du sens visuel fût trop générale ou trop superficielle? D'abord, si la vision *distincte* des objets est réellement très réduite de façon qu'une ouvrière *Messor*, par exemple, ne puisse *reconnaître* une ouvrière amie à plus de 1 $^1/_2$ centimètre, il ne s'ensuit pas qu'une vision moins distincte mais toutefois utilisable ne puisse intervenir

---

(1) Nous nous sommes longuement étendu, dans le travail cité plus haut, sur l'*orientation olfactive* et son association avec l'*orientation visuelle*. Je n'y reviens pas. Rappelons seulement que l'orientation olfactive ou topochimique demeure toujours nécessaire chez les espèces oculées pour se guider dans la profondeur du nid. Quant aux espèces aveugles, elles ne paraissent pas avoir d'autre moyen d'orientation.

dans certains cas. J'en ai déjà cité plusieurs exemples. C'était tantôt une meule de paille, un mur, un arbre, voire même un homme, qui étaient vu par l'insecte, tantôt le soleil lui-même. Pourtant il ne s'agit ici que d'une vision conçue à la façon anthropocentrique, avec un organe totalement différent de celui de l'homme! Or la vision obtenue par un tel organe me paraît comporter des ressources qui nous sont inconnues et que l'on devrait rechercher avant que de faire fi d'un appareil aussi important.

J'ai donc *a priori* une objection anatomique à faire valoir : c'est que les yeux composés des Fourmis expérimentées (*Messor*, *Cataglyphis*, *Tapinoma*) ont un développement nerveux considérable, le tiers et au delà de la masse cérébrale, développement qui ne correspond pas avec le rudiment de fonction qui leur est attribuée et à laquelle suffiraient quelques ocelles. Ils indiquent donc, tant par leur masse que par leur conformation, une activité fonctionnelle à la fois plus considérable et différente.

Mais il y a encore d'autres objections qui méritent d'être soulevées.

Remarquons, par exemple, que le phénomène du maintien de l'orientation est la seule base sur laquelle repose actuellement l'hypothèse d'un sens interne, et jusqu'ici cette réaction n'a pu être obtenue que sur des *espèces oculées*, c'est-à-dire pourvues d'yeux composés, et jamais encore chez les *espèces aveugles* ou munies seulement d'ocelles simples. Or, c'est précisément chez ces dernières qu'un sens supplémentaire à l'orientation tactile serait le plus nécessaire.

En outre, l'orientation virtuelle n'a pu être obtenue que sur des insectes placés dans des conditions telles qu'un repérage lumineux demeurait toujours possible. Chaque fois que la lumière était suffisamment supprimée, la réaction ne se produisait plus. C'est ce que j'ai de nouveau constaté chez les genres *Messor*, *Cardiocondyla*, *Tapinoma* et *Cataglyphis* [1] en les recouvrant de ma cuvette

---

[1] Mes expériences sur *Tapinoma* et *Cardiocondyla* ne seront publiées que plus tard dans la suite à « Comment s'orientent les Fourmis ». Je puis dire ici qu'ils se comportent comme les autres genres déjà mentionnés. Les *Tapinoma* m'ont fait voir des cas remarquables d'association de l'orientation visuelle et olfactive.

percée, cela étant fait de telle façon que l'insecte n'en était nullement effrayé et que le repérage tactile pouvait être sûrement exclu.

Enfin, non seulement la suppression de la lumière désoriente l'insecte, mais le déplacement artificiel de points lumineux ordinairement, assez fixes pour pouvoir servir de repères, amène une déviation concordante de la direction. C'est ce que prouvent surabondamment les expériences de LUBBOCK et de TURNER avec la lumière artificielle et les miennes avec celle du soleil réfléchi au moyen d'un miroir.

Voici donc une réaction qui se produit toujours avec la présence de la lumière, disparaît ou se modifie avec elle et un organe important qui paraît spécialement disposé pour en recueillir la direction. N'y a-t-il pas là une indication à suivre; et si la vision distincte des objets rapprochés n'est pas une solution satisfaisante au problème posé, n'est-ce pas encore du côté de la vision qu'il faut continuer les recherches?

C'est ce que je vais essayer de faire.

Examinons d'abord l'organe. Depuis les travaux de J. MÜLLER, EXNER, GRENACHER, LUBBOCK, FOREL, etc., on peut considérer la vue dite en mosaïque comme définitivement démontrée. Rappelons cependant que chaque élément de l'œil composé ou ommatidie enregistre non pas une image fidèle du secteur du champ visuel sur lequel elle est dirigée, mais une tache ou un point de couleur et d'intensité uniforme, correspondant à la somme des différentes lumières provenant du dit secteur. Ce n'en est donc pas une image, mais la fonte et la totalisation de cette image. L'insecte ne distingue pas un panorama aussi détaillé que celui que nous apercevons nous-mêmes, mais un ensemble de zones plus ou moins colorées, plus ou moins lumineuses, comme une mosaïque dont le nombre de pièces uniformément colorées correspond à celui des ommatidies. Il en résulte que deux taches contiguës auront une différence d'autant plus sensible que les parties du panorama qui les procurent seront plus étendues. D'autre part, un ciel sans nuage, que notre œil voit d'un bleu à peu près uniforme ou légèrement estompé à mesure qu'il pâlit vers l'horizon, c'est-à-dire passant sans transition brusque d'un point vers un autre, apparaîtra comme formé de zones nettes et distinctes pour la

Fourmi. Et cela d'autant plus que, comme je vais l'exposer plus loin, la conformation des ommatidies me semble devoir permettre en outre une certaine perception transatmosphérique et un repérage direct et diurne sur les groupements stellaires. Ce sont ces zones bien tranchées qui constituent pour l'insecte les précieux repères qui échappent à notre propre vue. Si nous tenons compte en outre de ce que les yeux des Fourmis sont généralement situés latéralement, de façon à pouvoir embrasser simultanément un plus vaste horizon que nous ne pouvons le faire avec notre vue dirigée en avant, nous voyons augmenter pour l'insecte le nombre des zones différentielles, celles d'un côté de l'horizon se présentant sous un aspect sensiblement différent de celui de l'autre. Le repérage céleste s'en trouve donc considérablement renforcé.

Au premier abord, de tels repères peuvent paraître insignifiants et par celà inutilisables, mais il ne faut pas oublier que la fonction se développe non seulement avec l'organe, mais aussi avec l'usage qu'en tire l'activité psychique.

Pour peu que les différences entre zones voisines soient sensibles en même temps qu'utiles pour l'orientation, l'activité psychique y devient attentive, elle se porte vers elles, s'y concentre plus spécialement de façon à se les rendre plus apparentes. Là où la luminosité nous paraît qualitativement ou quantitativement identique, l'œil exercé et adapté de l'insecte peut constater des différences appréciables.

Voici donc la Fourmi dotée d'un appareil particulièrement apte à lui permettre un repérage sur le ciel, sans exclure d'ailleurs l'utilisation d'autres objets éloignés tels que montagnes, arbres, maisons, etc. Plaçons cette Fourmi dans son milieu habituel [1], une prairie, un sentier, un terrain plus ou moins dénudé, et cherchons à comprendre le processus de l'orientation au moyen des données ci-dessus. Supposons qu'il s'agisse d'une ouvrière *Messor barbarus*. Le panorama en mosaïque perçu par l'insecte

(1) J'ai en vue ici les espèces terrestres habitant des régions plus ou moins dépourvues de grande végétation. Quant aux espèces arboricoles, il est facile de constater qu'elles distinguent bien mieux les objets rapprochés, surtout quand ils sont mobiles. Chez celles-ci, le repérage céleste a peut-être moins d'importance.

consistera donc en taches d'une certaine intensité pour les diverses régions du ciel, d'autres, plus sombres, correspondant aux végétaux et d'autres, autrement caractérisées, représentant les variations du sol.

Tel quel, ce panorama reste pratiquement invariable tant que l'insecte demeure immobile, mais aussitôt que celui-ci se met en marche, des transformations apparaissent dans la mosaïque. Les taches qui correspondent au sol, à ses grossières inégalités, se modifient alors rapidement et, de ce fait, perdent toute valeur comme repère. Des objets plus éloignés, mais plus grands, tels que les arbres, les murs, les maisons, produisent également des zones instables, mais d'une instabilité moins sensible. Il s'ensuit que ces objets peuvent servir de repères *secondaires*, surtout si le trajet n'est pas très long ou pour une partie d'un long trajet.

Enfin les zones différenciées du ciel constituent, grâce à leur stabilité et à leur éloignement, des repères d'orientation de *première* valeur.

L'insecte, les voyant constamment au même point et les *reconnaissant* quel que soit celui où il se trouve lui-même, finit par fixer son attention plus particulièrement sur elles. Le repérage topochimique en peut être négligé à tel point que, transportée en un autre lieu, ou posée sur un support rotatif (cartons tournants, etc.), la Fourmi reste en état de conserver son orientation sans s'apercevoir des modifications du terrain qui la porte ([1]). Ainsi s'explique de la façon la plus naturelle le phénomène de l'orientation virtuelle s'il y a transport, comme de l'orientation réelle dans le cas contraire.

([1]) Wasmann a émis l'idée, également soutenue par Cornetz, que la Fourmi aurait la sensation exacte du mouvement de rotation du support, de façon à pouvoir le corriger par une marche de direction inverse, d'où résulterait le maintien de l'orientation. Sans plus insister sur le fait que ces expériences sont pleinement expliquées par la vision de repères lumineux, j'objecte :

1° Que Lubbock a lui-même démontré que, lorsque la source lumineuse tourne *avec le disque*, la Fourmi n'en compense plus le mouvement rotatif, mais tourne avec lui de façon à toujours baser son orientation sur la lumière;

2° Que je n'ai jamais pu obtenir ce phénomène chez les espèces aveugles ;

3° Qu'il est tout à fait étrange qu'un sens si curieux soit si fortement développé chez un animal qui ne trouve jamais l'occasion de l'utiliser dans la nature.

Il existe donc des repères de valeur variable dont les fluctuations sont soumises à trois facteurs différents, qui sont : 1° leur *fixité ;* 2° leur *distance ;* 3° leur *luminosité.*

Il va de soi que la *fixité* du repère en est la condition primordiale. C'est ce qui donne probablement le plus de valeur aux zones célestes différenciées. Mais établir les bases de cette fixité n'est pas ici chose facile, d'autant plus que nous ne pouvons comparer sans réserve la vue de l'insecte avec la nôtre. Nous reconnaissons bien que les parties les plus rapprochées de l'horizon sont toujours plus claires que celles du zénith, mais nous ne comprenons pas bien comment cette donnée serait suffisante. Sans doute, l'intensité et la direction est bien augmentée à l'est le matin et à l'ouest le soir, mais ce n'est plus là qu'une fixité relative et périodique dont il sera question tout à l'heure. D'ailleurs, ces différences semblent devoir être réduites à zéro à midi, théoriquement tout au moins, car à ce moment les espèces des régions tropicales et subtropicales dénuées de végétation ne sortent guère à cause de la chaleur et, pour les pays tempérés, les rayons solaires conservent encore à midi une obliquité qui peut être utilisée.

Donc, en nous basant uniquement sur nos propres sensations visuelles, il semble bien que le ciel ne puisse offrir en plein jour aucun repère d'une fixité *absolue.* Mais l'organe de l'insecte n'est pas le nôtre, et il serait téméraire de repousser l'idée qu'il soit apte à voir autrement que nous. Nous sommes donc obligé de nous aventurer ici sur le terrain peu solide des hypothèses, mais, cette réserve faite, voyons ce que l'on peut encore déduire de la conformation de l'œil composé, d'une part, et de la voûte céleste, de l'autre. Pour celle-ci, il n'y a guère de vraiment fixe que les deux régions polaires. Le groupement d'étoiles qui compose celle de notre hémisphère peut-il être distingué des autres par la Fourmi durant la nuit et pendant le jour? Ce que j'ai dit de la vision en mosaïque me paraît résoudre positivement la question de la vision stellaire nocturne, c'est-à-dire de zones célestes plus ou moins éclairées suivant les constellations, l'étoile isolée ne donnant qu'une lueur diffuse. Quant à la vision stellaire diurne ou plutôt de

leur groupement en mosaïque, elle ne me semble pas beaucoup moins probable.

Si paradoxale que puisse paraître une telle conception de la vision chez l'Hyménoptère, elle n'en répond pas moins favorablement à la disposition particulière de l'organe chargé de cette fonction. Les ommatidies consistent, comme on le sait, en tubes côniques très allongés et très étroits. Leurs parois internes sont revêtues d'une pigmentation destinée à absorber la lumière diffusante. Or, ce qui nous empêche d'apercevoir les étoiles le jour, c'est précisément la grande diffusion de la lumière diurne. Tout le monde sait d'ailleurs que les étoiles sont visibles en plein jour du fond d'un puits long et étroit, parce qu'ainsi il y a précisément une forte absorption de lumière diffuse par les parois.

Or, qu'est-ce que l'œil composé, sinon un faisceau de petits puits braqués sur tous les points du ciel et au fonds desquels les rétinules ne reçoivent plus que les rayons directs?

Il y a une différence fondamentale dans la position relative des éléments nerveux et des cellules pigmentaires entre l'œil composé des insectes et celui des Vertébrés. Tandis que chez ces derniers la choroïde (couche de cellules pigmentaires) se place *derrière* les éléments nerveux qui se trouvent de ce fait traversés par la lumière, donc influencée par elle avant qu'elle ait atteint la choroïde; dans l'œil composé, le pigment est disposé *devant* la couche des rétinules. Une pareille disposition permet une meilleure absorption de la lumière diffusante avant qu'elle soit perçue. Remarquons en outre que si, comme Kühne et Angelacci l'ont démontré pour les cellules de la choroïde, le pigment de l'œil composé est susceptible de mouvement, il peut régler dans une certaine mesure sa faculté absorbante, d'une part, et, de l'autre, modérer le passage de la lumière à la façon de l'iris des Vertébrés. La Fourmi peut ainsi passer brusquement des profondeurs obscures du nid à l'éclat du jour sans en être éblouie. De plus, grâce aux expériences de Lubbock, de Forel et de Dufour, nous savons aussi que les Fourmis perçoivent très bien les rayons ultra-violets, lesquels abondent au delà de l'atmosphère, et l'on est en droit de se demander s'il n'y aurait pas dans ce fait une relation avec

l'anatomie de l'œil composé impliquant un moyen inconnu de se repérer dans l'espace [1].

Envisagée de cette façon, l'hypothèse d'un repère céleste fixe est donc soutenable. Mais comme il est relativement très réduit, puisqu'il ne correspond qu'au voisinage de l'étoile polaire pour notre hémisphère, on est en droit de se demander s'il est suffisant. Je ne le pense pas, du moins pas dans toutes les circonstances, c'est pourquoi je ne suis pas loin d'admettre que la Fourmi arrive également à s'orienter sur les autres régions célestes, bien que celles-ci subissent un mouvement apparent de l'est vers l'ouest. Mais, comme il s'agit d'un mouvement relativement lent et synchrone avec l'heure du jour, c'est-à-dire d'un mouvement périodique, il suffit que les données de temps et de lieu s'associent dans la mentalité de la Fourmi pour permettre l'utilisation de ce repère. Un travail psychique de cette nature n'est pas au-dessus de la capacité de l'insecte. Les exemples ne manquent pas. J'ai moi-même montré de nombreuses associations des repères visuels et olfactifs. D'autre part, on sait que les insectes apprécient parfaitement le temps et que certaines espèces ne sortent qu'à des heures déterminées. Bien des Fourmis en font de même. Du reste, dans la pratique, cette mobilité étant fort lente, elle est assez peu importante pour ne pas gêner considérablement le retour de la Fourmi au nid. Le voyage complet dure assez peu pour que la déviation provoquée de ce fait soit facilement corrigée par le tournoiement de TURNER [2].

Il paraît nécessaire, dans ce cas, qu'une légère correction du repérage se fasse pour chaque voyage. Cela peut se faire dès son début, et la connaissance de la direction de sortie du nid par

---

[1] L'atmosphère absorbe une très grande partie de ces rayons UV, néanmoins, il en passe encore une petite partie, et c'est ce reliquat que nous soupçonnons perçu par les Fourmis.

[2] Comme contrôle, il serait intéressant de rechercher si, en moyenne, les tournoiements de TURNER sont plus étendus, dans un certain sens, pour les Fourmis venant du nord ou du sud que pour celles venant dans le sens de la latitude.

Mais il importe de ne prendre en considération les résultats de ces recherches que dans les cas où d'autres facteurs ne pourraient être incriminés comme perturbateurs (objets du voisinage servant de repères).

rapport aux repères terrestres fixes peut en être le moyen [1]. Quoi qu'il en soit, ce n'est pas là une idée sans fondement, puisqu'une pareille correction est également nécessaire quand l'insecte s'oriente d'après la position du soleil. Voici plus de deux ans que j'ai démontré l'utilisation de cet astre comme repère. Or, ce n'est, au fond, qu'une étoile infiniment plus brillante que les autres, ce qui certainement lui donne la prépondérance, mais que les autres remplacent quand il s'éclipse derrière un objet quelconque.

Le mouvement apparent de l'un et des autres étant à peu près identique, du moins pour la zone céleste équatoriale, la concordance est établie. Quant à leur vision simultanée, elle est rendue possible par le fait que seuls un petit nombre de rétinules sont influencées par les rayons solaires; les autres, étant protégées par les cellules pigmentaires, demeurent aptes à percevoir des zones moins brillantes.

Maintenant, laissons les repères célestes et envisageons l'utilisation des repères terrestres. La fixité de ceux-ci dépend de leur *éloignement;* elle est toute relative, car ce n'est que pendant la marche qu'ils deviennent utiles. Une montagne dressée à 4 kilomètres constituera donc un repère plus fixe qu'un arbre placé à 20 mètres de la fourmilière. Le repérage sur la montagne permettra l'expérience de l'orientation virtuelle sur un champ beaucoup plus étendu que celui basé sur l'arbre.

Les Fourmis paraissent aussi capables de choisir leurs repères suivant les circonstances. Celles dont le nid s'ouvre au pied d'une grande muraille savent l'utiliser pour se guider, de telle sorte que si on en éloigne assez l'insecte, il s'en trouve désorienté. J'ai donné également des exemples de ce fait. Mais j'ai remarqué que le choix de tel ou tel repère était plutôt un acte individuel que celui de toute la communauté. Certains individus du même nid réagissant différemment aux mêmes expériences.

L'*attention* que chaque Fourmi porte sur un repère plutôt que sur un autre en fait la valeur. Cette attention va de préférence aux

---

(1) CORNETZ pense également que c'est au début du voyage que l'insecte prend son point de direction, mais, comme on le sait, cet auteur ne l'attribue pas à la vue, mais à un sens purement interne.

objets immobiles ou paraissant tels. Ainsi, dans l'ensemble des zones de la mosaïque, ce sont les plus constantes, les plus habituelles qui impressionnent davantage l'aperception, en d'autres termes, qui constituent les engraphies les plus durables. Les zones plus mobiles, au contraire, bien que perceptibles, ne laissent pas de traces durables, elles s'oublient et, n'étant pas reconnues, ne peuvent servir. Ce n'est tout au plus que de loin en loin, quand l'insecte s'arrête, que leurs images peuvent se graver plus fortement dans sa mémoire et constituer ces points de repère qui lui permettent de se retrouver, comme CORNETZ et moi l'avons observé, aux environs du nid. Ordinairement, quand une Fourmi progresse sur le sol inégal et accidenté de la campagne, les impressions en mosaïque correspondant aux régions célestes et aux grands objets lointains demeurent fixes, tandis que les touffes d'herbe, les pierres et autres petits accidents du sol ne projettent que de rapides sensations visuelles.

En raison de leur grande proportion, comparée à l'insecte, les petits objets rapprochés voilent même par instants, de leur ombre, de grandes surfaces du ciel. L'orientation en serait considérablement gênée, si l'insecte n'en faisait pas abstraction pour concentrer son attention sur les points fixes. Cette faculté explique, à mon avis, le fait que transporte en des endroits où la végétation est tout autre, le paysage proche assez changé, l'orientation virtuelle est encore conservée. Sous le couvert d'un bois, par exemple, les zones projetées par les branches et les feuillages perdent tout intérêt, n'étant pas reconnues ou à peine remarquées, tandis que seuls les rayons qui percent le feuillage le sont encore et suffisent(1).

Ce n'est donc pas tant ce que l'insecte voit ou peut voir dans son champ visuel qui le renseigne, mais seulement ce qu'il est capable d'y reconnaître habituellement.

A côté de la fixité apparente des repères et de leur éloignement, leur *degré de luminosité* joue un rôle important. Plus la lumière

(1) Il ne faut pas confondre, comme le fait CORNETZ, la *quantité* de lumière qui pénètre sous bois et varie suivant la grandeur des fenêtres que forment les défauts de feuillage, ce qui se peut démontrer par la direction des ombres projetées sur le sol, avec la *qualité* des rayons ainsi perçus, laquelle varie suivant leur origine.

est intense, plus elle irrite les terminaisons nerveuses rétiniennes, plus elle est sensible et plus l'attention de l'insecte est attirée vers elle. Cela peut atteindre un tel degré, que l'animal en est fasciné et présente alors les curieuses réactions du phototropisme. Il en résulte que les repères les plus brillants doivent, toute chose égale d'ailleurs, l'emporter sur les autres. C'est ce que montrent également les expériences de LUBBOCK et de TURNER avec la lumière artificielle et les miennes avec le soleil. Bien que cet astre soit, par son déplacement continuel, un repère de deuxième valeur, il passe au premier plan à cause de son éclat pendant un simple voyage d'aller et retour. C'est ce que démontrent mes expériences. Pourtant les autres repères ne sont pas abandonnés pour cela, au contraire. Ainsi que je l'ai observé, la Fourmi arrive à corriger, après un laps de temps de plus en plus court, les déviations artificiellement obtenues par le miroir. C'est alors que le soleil passe au deuxième plan, l'insecte s'étant rendu compte, grâce aux autres repères, de l'inconstance de sa position. Cela démontre en outre, de la part de la bestiole, une attention, un jugement, une certaine capacité d'éducation, enfin une activité plastique qui n'est pas niable.

Enfin, comme d'autres repères célestes, la visibilité du soleil peut être interrompue pendant la marche par toutes sortes d'objets: touffes d'herbe, arbres, etc. Or, dans ce cas, l'orientation n'est qu'exceptionnellement perturbée. Il est évident qu'alors la Fourmi continue à se repérer sur les zones fixes restantes du panorama en mosaïque. Elle ne le peut plus, si, comme CORNETZ l'a expérimenté, on dispose une plaque opaque horizontalement à 2 centimètres de hauteur, au-devant de son passage. L'insecte s'y engage, mais ressort bientôt et contourne l'obstacle à son repérage céleste [1].

Si de la plus grande lumière nous passons à l'obscurité relative de la nuit, l'orientation par l'œil composé ne nous paraît pas être plus difficile à concevoir. J'ai montré ailleurs que certaines

(1) Je publie ailleurs une série d'expériences qui montrent l'importance du repérage céleste.

Fourmis (*Cataglyphis bicolor*) conservaient leur orientation la nuit même après amputation des antennes. N'est-il donc pas possible que le repérage se fasse ici comme en plein jour sur le ciel ? Celui-ci n'est pas absolument obscur, loin de là. La présence de nombreux animaux nocturnes qui se dirigent parfaitement bien en est une preuve. A priori, la vision en mosaïque de la voûte étoilée fournit des zones aussi tranchées, si ce n'est plus, que celle du jour. Le principal est que l'œil de la Fourmi perçoive cette lumière diminuée, et tout jusqu'ici porte à l'admettre.

Ainsi, tant par sa conformation que par l'expérimentation, l'œil composé nous apparaît comme étant le principal organe de l'orientation chez les Fourmis hors de leurs galeries. Sa fonction, coordonnée avec les renseignements topographiques recueillis par les antennes, permet d'expliquer d'une façon naturelle les phénomènes de direction observés chez ces insectes. Il est assez probable, en outre, que cet admirable appareil ait une fonction analogue chez les autres hyménoptères (Abeilles, Guêpes, etc.). On le voit, la physiologie comparée a encore dans cette étude un beau champ de recherches.